مکان‌یابی سایت‌های مناسب تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)

(مطالعه موردی: شهرستان سبزوار)

قاسم کیخسروی
دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

زهرا یارمرادی
دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی

چکیده

تأمین نیاز آبی بیشتر گیاهان زراعی در مناطق خشک تنها از طریق آبیاری میسر است چه کمبود بارش، بالا بودن تبخیر و توزیع نامناسب بارندگی کشت دیم آنها را از نظر اقتصادی غیر قابل توجیه می‌نماید، از طرفی جریان رودهای دائمی که بتواند نیاز آبی را در بخش‌های مختلف مصرف در این گونه مناطق تأمین نماید، کافی نبوده و بایستی کمبودها از محل‌های دیگر از جمله منابع زیرزمینی جبران شوند. در مناطق خشک و نیمه خشک توزیع زمانی و مکانی نامنظم بارندگی و فقر پوشش گیاهی باعث شده تا نعمت حیات بخش نزولات جوّی به بلای طبیعی تبدیل شده و به صورت سیل همراه با خسارت، از دسترس خارج شود.در این مناطق یکی از راه‌های جلوگیری از تخریب اراضی استفاده از سیلاب برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد.

در تحقیق حاضر در شهرستان سبزوار، ابتدا نقشه‌های (شیب، خاک، کاربری اراضی، همباران) منطقه مورد نظر تهیه گردید، سپس با انطباق لایه‌های اطلاعاتی با کمک GIS، مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی استخراج گردید. سپس برای تعیین محل‌های مناسب پخش سیلاب با استفاده از نقشه زمین‌شناسی شهرستان و تصاویر ماهواره‌ای، نقشه پراکنش آبرفت‌های کواترنری در سطح شهرستان در محیط GIS استخراج شد.

براساس نتایج بدست آمده از این روش از کل مساحت شهرستان (۲۰۵۰۲کیلومترمربع) حدود ۹۶/۳۲۷۹ کیلومترمربع (۱۶ درصد) مناسب برای طرح های تغذیه مصنوعی و حدود ۷۶/۶۰۱۷ کیلومترمربع یعنی حدود ٤/۲۹ درصد سطح شهرستان مناسب برای اجرای پروژه‌های پخش سیلاب می‌باشد. در نهایت از تلفیق دو نقشه حاصل، مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی وپخش سیلاب در این شهرستان حدود ٥٦/١٥٩١ کیلومترمربع(٧٦/٧ درصد) برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه مصنوعی، پخش سیلاب، سیستم اطلاعات جغرافیایی، آبخوانداری، سبزوار

مقدمه:

تأمین نیاز آبی بیشتر گیاهان زراعی در مناطق خشک تنها از طریق آبیاری میسر است چه کمبود بارش، بالا بودن تبخیر و توزیع نامناسب بارندگی کشت دیم آنها را از نظر اقتصادی غیر قابل توجیه می‌نماید، از طرفی جریان رودهای دائمی که بتواند نیاز آبی را در بخش‌های مختلف مصرف در این گونه مناطق تأمین نماید، کافی نبوده و بایستی کمبودها از محل‌های دیگر از جمله منابع زیرزمینی جبران شوند. از این رو حدود ۳۰۰۰ سال پیش ایرانی‌ها حفر قنات را به منظور هدایت آب‌های زیرزمینی مناطق کوهستانی به نقاط خشک یاد گرفته و تا دو سه دهه پیش، بیش از ۷۵ درصد از تمام آب‌های مورد نیاز خود را از این طریق تأمین می‌کردند. اما حفر بی‌رویه چاه‌های عمیق و استحصال شدید آب از منابع زیرزمینی سبب شده است که سطح آب‌های زیرزمینی هر روز پایین‌تر افتاده و تلمبه‌ها نیروی بیشتری را طلب کنند. لذا پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک کشور اقدامی حیاتی در جهت تقلیل سیر صعودی افت سطح ایستابی در آبخوان‌ها به شمار می‌رود *(فضل اولی،۱۳۷۷)*.

تغذیه مصنوعی عبارت است روشی برمبنای وارد کردن آب به داخل سازند نفوذپذیر به منظور استفاده مجدد از آن، با رژیم و کیفیتی متفاوت *(جلال حیدرپور،۱۳۶۹)*.

امروزه تخلیه آب‌های زیر زمینی و عدم جایگزین شدن آب این منابع یکی از بزرگترین مشکلات محسوب می‌شود. خشک شدن تعداد زیادی از قنات‌ها و چاه‌ها باعث شده است که بخش زیادی از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده از بین برود، از این رو تغذیه مصنوعی یکی از روش‌هایی است که می‌تواند بخشی از آب خارج شده از زیرزمین را جایگزین نماید *(علیزاده،۱۳۸۳)*. تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد، از جمله؛

۱- پخش آب (water spreading) از طریق:

الف- غرقاب کردن زمین در کرت‌های وسیع(basin)

ب)- تغذیه از طریق رودخانه(steram channel)

ج)- تغذیه از طریق ایجاد نهر(ditch method)

د)- تغذیه از طریق پخش سیلاب(flooding method)

۲- گودال‌های تغذیه
۳- چاه‌های تغذیه
٤- پخش پس آب روی زمین

از جمله از محاسن پخش سیلاب در تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی؛۱- افزایش رطوبت خاک و کاهش حساسیت خاک نسبت به فرسایش بادی *(French and Hassain,1964)*.

۲- افزایش عملکرد محصول و تولیدات علوفه در مراتع *(Asano et al.,1954)*.

۳- تکمیل تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی در مناطقی که فعالیت‌های بیشتر موجب کاهش، یا متوقف شدن تغذیه سفره گردیده است *(Clark et al.,1977)*.

٤- مهار کردن سیلاب و جلوگیری از فرسایش خاک *(Newman,1963)*.

۵- تنظیم تعادل املاح *(Clark et al.,1977)*.

٦- تسطیح سطح زمین در نتیجه انباشته شدن رسوبات *(Asano,1954)*.

۷- استفاده از گل و لای لجن انباشته شده در داخل استخرها و گودال‌های تغذیه مصنوعی به عنوان کود و ماده اصلاح کننده خاک‌ها *(کوثر،۱۳٦٤)*.

تغذیه مصنوعی مفهوم جدیدی می‌باشد، چرا که از زمانی که لزوم اداره کردن مجموعه منابع آب در چهارچوب حوضه‌های بزرگ طبیعی آشکار شد این مفهوم نیز به وجود آمد و قطعاً این موضوع تصادفی نبود. با وجود قدمت، تغذیه مصنوعی سفره‌ها عملاً به زمان‌های بسیار کهن می‌رسد.

تغذیه مصنوعی به شکل امروزی آن از اوایل قرن ۱۹ در اروپا معمول بوده و ابتدا در اسکاتلند و فرانسه و بعد در انگلستان، آلمان، سوئد و هلند به کار رفته است *(هرمز پازوش،۱۳٦۹)*. در خارج از اروپا، فلسطین اشغالی و ایالات متحده از سوی دیگر از جمله کشورهای پیشگام در امر تغذیه مصنوعی می‌باشند *(جلال حیدرپور،۱۳٦۹)*. در نیوجرسی شرکت کارهای Perth Amboy برای مدتی بیش از ۵۰ سال زمین‌های ماسه‌ای Old Bridge مربوط به اواخر دوره کرتاسه را مصنوعاً تغذیه کرده و از این طریق روزانه ٤ تا۵ میلیون گالن(۱۵ تا۱۹ میلیون لیتر) آب بدست آورده است *(Barksdale and Cardner,1946)*.

باستان شناسان آغاز مهار طغیان‌های نیل و اشغال قسمتی از سیلاب به کشتزارهای باختری آن رود را، به عهد Menes ۳٤۰۰ سال قبل از میلاد، نسبت می‌دهند *(Arnon,1972)*. پخش آب خشک رودها در دره‌های مسطح و مخروطه افکنه‌ها نیز از دیرباز مرسوم بوده و هستی بسیاری از صحرانشینان به آن وابسته بوده است. آثار یافته شده در صحرای Neger در فلسطین اشغالی بر وجود مزارعی در دوران قوم یهود (۹۵۰ تا۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح) گواهی می‌دهند *(Evenari,1968)*.

همچنین پخش سیلاب و استفاده از آن در زراعت‌های سیلابی از قدیم‌الایام توسط سرخ پوستان آمریکایی کاربرد داشته است و پس از آنها مهاجرین سفید پوستی که به قاره آمریکا پا نهادند از آنها اقتباس کردند *(Hubbell and Cardner,1944)*.

در یکی از شبکه های پخش سیلاب در اردن در سال ۵۳-۱۹۵۲ از هر ایکر زمین ۲/۵ تن علوفه برداشت شده که از کیفیت مناسبی هم برخوردار بود *(French and Hassain,1964)*.

اولین طرح های تغذیه مصنوعی در ایران به شکل متداول امروزی از سال ۱۳٤۹ با انجام مطالعات طرح تغذیه مصنوعی دشت ورامین آغاز شد و متعاقب آن مطالعات طرح‌های دشت قزوین، گرمسار، تبریز،گرگان و جهرم انجام گرفت. اجرای طرح تغذیه مصنوعی قزوین در سال ۱۳۵۲ آغاز گردید و از سال ۱۳۵٦ تعدادی از حوضچه‌های طرح شده احداث گردید. طرح‌های ورامین و گرمسار نیز در سال ۱۳۵٤ در ابتدا بصورت آزمایشی و سپس بصورت تکمیلی اجراء شد. از سال ۱۳٦۵ تا سال ۱۳۷۳ حدود ۲۰ طرح تغذیه مصنوعی به اشکال مختلف در استان‌های سمنان، فارس، هرمزگان و زنجان اجراء شده است *(سرزعیم،۱۳۷۳)*.

مواد و روش‌ها

شهرستان سبزوار در بین ″۰۲ ′٤۰ °۵۷ طول شرقی و ″٤۵ ′۱۲ °۳٦ عرض شمالی، و در ارتفاع ۹۷۸ متری از سطح دریا قرار دارد.

این شهرستان در غرب استان خراسان رضوی با مساحت تقریبی ۲۰۵۰۲ کیلومترمربع واقع شده است.

شهرستان سبزوار بخش اعظم حوضه آبریز سه دشت سبزوار، داورزن و جوین(نگاره شماره۱) را در بر می گیرد که در آنها منابع آب سطحی و زیرزمینی پیدا می‌شود. در حوضه آبریز این سه دشت، نزولات جوی به صورت‌های گوناگون متحول و مجتمع می‌شود. قسمتی پس از تبخیر به صورت جریان سطحی درآمده، رودخانه ها را به وجود می‌آورد، و بخشی در زمین نفوذ کرده، و مخازن آب زیرزمینی را شکل می‌دهد. در این صورت بدیهی است که برای ارزیابی پتانسیل آبی این شهرستان لازم است که منابع آب سطحی و زیرزمینی در این سه دشت و حوضه های آن بررسی شود.

۱- حوضه آبریز دشت سبزوار: این حوضه یکی از زیر حوضه‌های حوضه آبریز مرکزی ایران است که در طول جغرافیایی ′٦ °۵۷ تا ′۱۸ °۵۸ و عرض جغرافیایی ′۳۰ °۳۵ تا ′۲۷ °۳٦ واقع است. از شمال به ارتفاعات جغتای، از شرق به دشت نیشابور و از غرب به دشت داورزن- فرومد، محدود می‌شود (نگاره شماره ۱). وسعت کل حوضه ۸۸۵۰ کیلومترمربع است که ۱۷۷۸ کیلومتر آن را دشت دارای سفره آب زیرزمینی و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه حوضه ۲۸۵۷ و پایین‌ترین آن ۸۲۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. انواع مختلف سازندهای زمین‌شناسی، از دوران دوم (کرتاسه) گرفته تا رسوبات جوان دوران چهارم (آبرفت‌ها و بادرفت‌ها) به طور ناپیوسته در این حوضه وجود دارد که با توجه به بررسی‌های انجام شده، رسوبات دوران چهارم به صورت آبرفت‌ها در مخروط افکنه‌ها و دشت سیلابی در زمینه آب‌های زیرزمینی اهمیت دارند.

در این حوضه، به دلیل قلت نزولات جوّی و شرایط زمین‌شناسی- مورفولوژی، جریان سطحی قابل توجهی وجود ندارد. تنها دو جریان دائمی در این حوضه قابل ذکر است:

یکی کال شور سبزوار است که آب آن شور و غیر قابل استفاده می‌باشد و جریان دوم، رودخانه سنگرد واقع در جنوب شرق شهر سبزوار است.

آب زیرزمینی یا به عبارت دیگر، حجم آبی که در میان فضاهای خالی سازندهای زمین شناسی جمع می‌شود، در دشت سبزوار و در میان فضاهای خالی بین رسوبات آبرفتی آن وجود دارد و چون سنگ کف یا لایه غیرقابل

نفوذ در زیر رسوبات آبرفتی، اجازه انتقال آب به اعماق پایین‌تر را نمی‌دهد، لذا حجم قابل توجهی آب در اعماق کم زیر سطح زمین، در محدوده دشت پیدا می‌شود که در واقع بزرگترین مخزن آب سبزوار محسوب می‌شود.

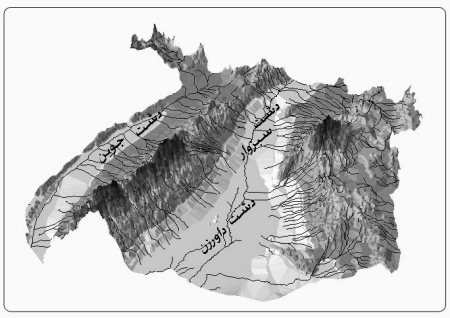
۲- دشت داورزن: حوضه آبریز این دشت در غرب دشت سبزوار و در طول جغرافیایی ´ ٦٠ °٥٦ تا ´ ٧ °٥٧ و عرض جغرافیایی ´ ٢٦ °٣٥ تا ´ ١٢ °٣٦ واقع است. بخش غربی این حوضه، کویری و فاقد آب زیرزمینی شیرین است، بلندترین نقطه آن ٢٩٢٤ و پایین ترین نقطه آن ٧٩٠ متر از سطح دریا ارتفاع دارد.

وضعیت سازندهای زمین‌شناسی این حوضه تا حدودی مشابه سازندهای زمین شناسی در ارتفاعات دشت سبزوار است.این حوضه در زمینه منابع آب‌های سطحی قابل توجه نیست. تنها رودخانه این حوضه رودخانه داورزن است که داری جریان پایه بوده و آب آن شیرین است.

در این حوضه نیز تنها منبع عمده تأمین کننده آب برای مصارف مختلف، مخزن آب زیرزمینی دشت داورزن می‌باشد که وسعت آن ٥٦٦ کیلومترمربع است.

افزایش بهره‌برداری، به ویژه بهره برداری بیش از تغذیه سالانه، سبب شده که در دشت داورزن سطح آب زیرزمینی افت کند. استمرار افت سطح آب زیرزمینی در سال ١٣٦٣، وزارت نیرو- امور آب را بر آن داشت که برای جلوگیری از تشدید افت و کسری مخزن، دشت داورزن را ممنوعه اعلام کند.

۳- حوضه آبریز دشت جوین: حوضه آبریز دشت جوین، یکی از زیر حوضه‌های آبریز اصلی کویر مرکزی ایران محسوب می شود که در طول جغرافیایی ´ ٢٠ °٥٦ تا´ ٣٦ °٥٨ و عرض جغرافیایی ´ ١٧ °٣٦ تا ´ ٥٥ °٣٦ واقع است. این حوضه توسط ارتفاعات جغتای از حوضه آبریز دشت سبزوار جدا می‌شود.



نگاره (۱): مدل سه بعدی ارتفاعی شهرستان سبزوار همراه با جریانات سطحی آن

وسعت کل حوضه ٦١٢٠ کیلومتر مربع است که ٢٣٥٥ کیلومتر مربع آن دشت واجد سفره آب زیرزمینی است و بقیه را ارتفاعات تشکیل می دهد. بلندترین نقطه حوضه ٢٨٥٨ و پایین ترین نقطه ٩٠٠ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. ارتفاعات حوضه با انواع مختلف سازندهای زمین شناسی، به خصوص کالرملانژ و ولکانیک‌های جوان اشغال شده است.

به دلیل مرتفع بودن این حوضه از حوضه‌های مجاور و به تبع آن بیشتر بودن نزولات جوّی، جریان‌های سطحی بیشتری در این حوضه وجود دارد. رودخانه‌هایی که در حال حاضر درسطح حوضه جریان دارند عبارتنداز: رودخانه ینگچه، رودخانه نشیب، رودخانه دهنه شور و رودخانه کمایستان.

مساحت آن بخش از دشت که واجد سفره آب زیرزمینی است، ٢٣٥٥ کیلومترمربع می‌باشد. در اولین آمار برداری که از دشت در سال ١٣٤٥ به عمل آمد، تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق این دشت از ١٥٦حلقه تجاوز نمی‌کرد، ولی به دلیل نیاز مبرم به آب، هر ساله تعدادی چاه در این دشت حفاری شد. این توسعه بهره‌برداری بی رویه و سریع سبب افت شدید سطح آب زیرزمینی دشت جوین شد که به تبع آن در سال ١٣٦٩ دشت ممنوعه اعلام گردید *(ولایتی،۱۳۷۵)*.

مطالعه موردی در محیط GIS

جهت انجام عملیات مختلف بر روی داده‌هایی که مشخصه مکانی (فضایی) آنها یک مشخصه اصلی محسوب می گردد، از ابزاری تحت عنوان GIS بهره گرفته می‌شود. به دلیل رابطه موجود بین مشخصه مکانی نقاط و سطح زمین و خاک، این سیستم ها با عناوینی همچون LIS (سیستم اطلاعات زمین) و SIS (سیستم اطلاعات خاک) نیز بیان می‌گردند که از این میان عنوان GIS در محافل علمی متداول‌ترین می‌باشد.

عملکرد کلی این سیستم‌ها بدین صورت است که در ابتدا اطلاعات مکانی و توصیفی مربوط به عوارض جغرافیایی از طریق روش‌های مختلف جمع آوری شده و به صورت لایه‌های مختلف اطلاعاتی در سیستم مرکزی ذخیره می‌گردد. سپس عملیات مختلفی نظیر توپولوژی، هم‌پوشانی و... بر روی این لایه‌ها انجام شده و با پردازش و تحلیل‌های منطقی و ریاضی، نتایج مورد نظر بدست می‌آیند. به عبارت دیگرآنچه که GIS را از دیگر سیستم‌های اطلاعاتی متمایز می‌سازد، وجود توابع تحلیل فضایی- مکانی روی داده‌هایی از همین نوع است.توابع تحلیلی مدل‌هایی از دنیای واقعی هستند که می‌توانند برای تفسیر جنبه‌های خاصی از واقعیت بکار روند، بنابراین یک تابع تحلیلی باید روابط بین عوارض جغرافیایی و قواعد حاکم بر کنش متقابل آنها را نشان دهد *(کاظمی،۱۳۸۳)*.

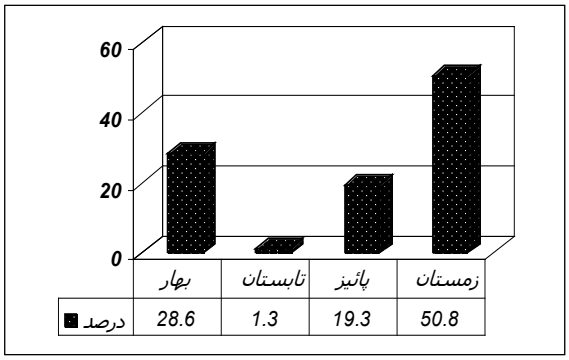
به منظور مکان‌یابی محل‌های تغذیه مصنوعی نیاز به یک سری اطلاعات پایه می‌باشد که عبارتند از:

۱- نقشه همباران: بارندگی مهمترین عامل اصلی ایجاد رواناب است که بطور مستقیم در چرخه هیدرولوژی دخالت دارد. مقدار بارندگی در سطح کره زمین دارای تغییرات مکانی و زمانی زیاد است. میانگین بارندگی در سطح کره زمین بین ٧٠٠-٩٠٠ میلی‌متر در سال تخمین شده است.در ایران بارندگی سالانه بین ٢٠ میلی‌متر در کویر تا ٢٠٠٠ میلی متر در مناطق شمالی کشور متغیر است.

موقعیت منطقه سبزوار به گونه‌ای است که بارش در آن هم از نظر میزان هم از نظر پراکنش در طول سال و هم از نظر پراکنش مکانی به صورت ناموزون است (جدول شماره۱). میانگین بارش سالانه سبزوار ٢٠٥/١ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به (نمودار شماره۱) فصل زمستان با ٥٠/٨ درصد، بهار با ٢٨/٦ درصد، پائیز با ١٩/٣ درصد و تابستان با ١/٣ درصد بارش سالانه را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول(۱):بارندگی ماهانه ایستگاه سبزوار (دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۵۴)

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
بارندگی برحسب میلی‌متر	۳۰/۱	۳۰/۱	۳۷/۸	۲۶/۴	۱۴/۴	۲/۷	۱/۲	۰/۵	۰/۷	۶/۲	۱۱/۸	۲۵/۵

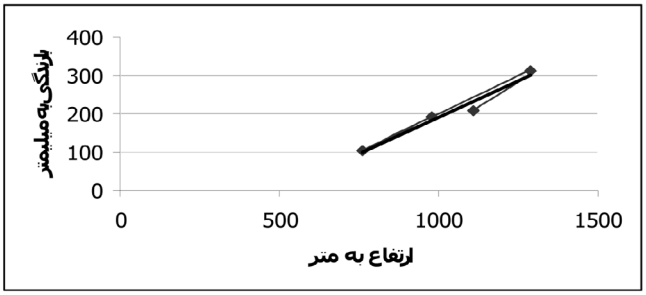


نمودار(۱):درصد بارندگی ایستگاه سبزوار

به دلیل ناکافی بودن ایستگاه‌ها در منطقه مورد مطالعه، برای تهیه نقشه بارندگی منطقه از ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک سبزوار،کاشمر، قوچان، و ایستگاه کلیماتولوژی مزینان استفاده شد، ابتدا میزان بارندگی دریافتی را در هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه، سپس بین مقدار بارندگی سالانه و ارتفاع ایستگاه‌های فوق رابطه رگراسیونی برقرار گردید (نمودار شماره۲).با توجه به عدد حاصل از این رابطه اقدام به تهیه نقشه بارندگی سالانه در ارتفاعات مختلف منطقه گردید.

جدول(۲): توزیع میانگین بارندگی سالانه در سطح شهرستان سبزوار

گروه	میانگین بارندگی سالانه	درصد پوشش منطقه	مساحت(KM^2)
۱	بیشتر از ۳۰۰	۳۹/۰۸	۷۵۵۰/۲۸
۲	۳۰۰ -۲۰۰	۳۰/۰۲	۵۸۰۰/۴۸
۳	۲۰۰ -۱۷۰	۱۰/۹۳	۲۱۱۲/ ۶۴
۴	۱۷۰ -۱۵۰	۱۰/۳۴	۱۹۹۸/۰۴
۵	کمتر از ۱۵۰	۹/۶۱	۱۸۵۸/۴



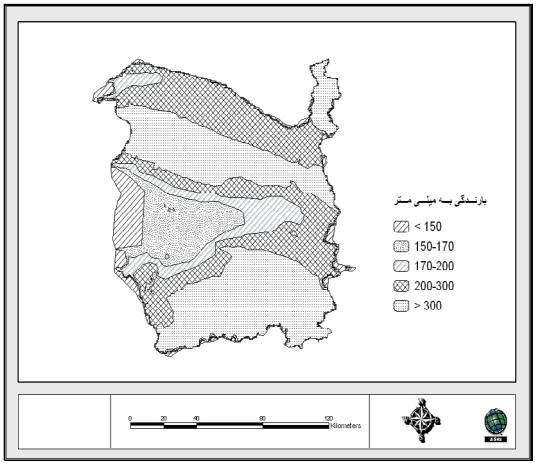
نمودار(۲): رابطه رگرسیونی بین ارتفاع و بارندگی

$$y = 0.3757x - 184.6$$

$$R^2 = 0.9606$$

که در این رابطه y= مقدار بارندگی سالانه در ارتفاعات مختلف و x= ارتفاع هر نقطه می‌باشد.

بر اساس جدول شماره(۲) و نقشه شماره(۱) حدود ۶۹/۱ درصد از مساحت شهرستان دارای بارشی بیشتر از ۲۰۰ میلی متر بوده، که جزء مناطق مساعد برای تغذیه مصنوعی می‌باشد، که بیشتر در قسمت‌های شرقی، شمالی و بصورت نوار باریکی در پای کوه‌ها کشیده شده است.



نقشه(۱): توزیع میانگین بارندگی سالانه در شهرستان سبزوار

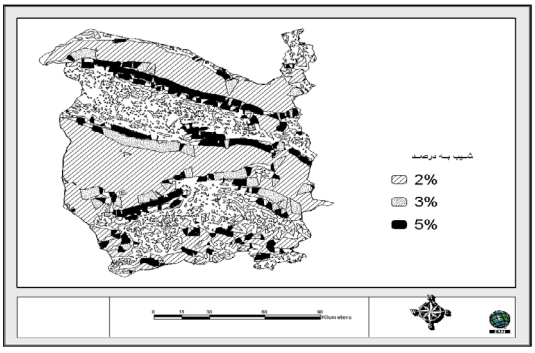
جدول(۳): توزیع طبقات شیب شهرستان سبزوار

گروه	درجه قابلیت	شیب	درصد پوشش منطقه	مساحت(km^2)
۱	اولویت اول	کمتر از ۲٪	۴۳/۴	۸۸۸۹/۸۴
۲	اولویت دوم	بین۳٪ - ۲٪	۶/۲	۱۲۶۹/۷۲
۳	اولویت سوم	بین۵٪ - ۳٪	۹/۸	۲۰۰۴/۴۸

۲- نقشه شیب: برای تهیه نقشه شیب، اطلاعات خطوط تراز ۱۰۰ متری نقشه توپوگرافی مورد بررسی قرارگرفت. با اعمال توابع شبکه‌بندی نامنظم مثلث‌بندی (TIN) در شبکه توپوگرافی، مدل رقومی زمین (DEM) شکل گرفت و با تبدیل داده‌های رستری، برای هر پیکسل با ابعاد ۶۰۰×۶۰۰ مقدار شیب در نرم افزار ARC GIS و ضمائم این نرم‌افزار استخراج گردید.

نقشه شماره(۲) طبقه‌بندی شیب در سطح شهرستان با توجه به رابطه میزان شیب و تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی و مناطق مساعد پخش سیلاب می‌باشد. در این نقشه سه طبقه شیب شامل ۲ درصد،۲تا ۳ درصد

و ۳تا۵ درصد تفکیک شده و بقیه شیب‌ها حذف شد. بر اساس این نقشه و جدول شماره(۳) ٤۳/٤ درصد از شهرستان سبزوار دارای شیب کمتر از ۲ درصد بوده که برای تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی و مناطق مساعد پخش سیلاب در اولویت اول می‌باشد.



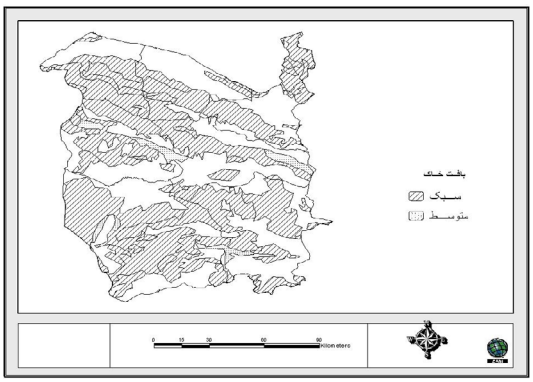
نقشه (۲): طبقات شیب شهرستان سبزوار

۳- نقشه خاک: به طور کلی خاک «عاملی است که گیاهان در آن رشد می‌کنند». این عامل نه تنها مواد لازم برای رشد گیاهان را فراهم می‌آورد، بلکه آب مورد نیاز برای تعرق و اکثر شانزده عنصر شیمیایی لازم برای رشد و نمو گیاه را تأمین می‌کند. خاک‌ها با توجه به خصوصیات آنها (ساختمان، عمق، بافت، محتوی موادغذایی و اسیدیته) تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند *(کوچکی و همکاران،۱۳۸۲)*.

در تهیه نقشه بافت خاک، بافت‌های سبک و متوسط از نقشه تفکیک شده و بقیه بافت‌ها حذف گردید. با توجه به جدول شماره (٤) و نقشه شماره (۳) حدود ۱۰۱۷۱/۹ کیلومترمربع (٤۹/٦ درصد) از مساحت شهرستان مناسب برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

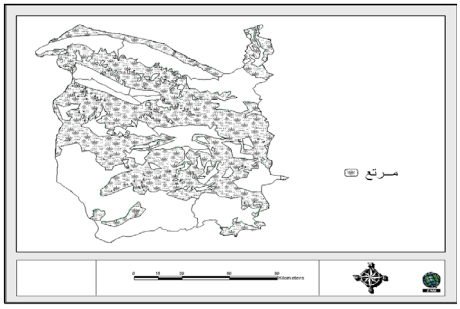
جدول(۴): توزیع بافت خاک اراضی شهرستان سبزوار

گروه	تیپ‌های موجود	درصد پوشش منطقه	مساحت(km^2)
۱	خاک‌های سبک	۴۷/۴	۹۷۰۸/۱۲
۲	خاک‌های متوسط	۲/۲	۴۵۸/۶۴



نقشه(۳): نقشه بافت خاک

٤- نقشه کاربری اراضی: نقشه شماره(٤)، نقشه کاربری اراضی شهرستان سبزوار را نشان می‌دهد، همان طور که در نقشه نمایان است مرتع با پوشش گیاهی ۵ تا۱۰ درصد، بیشترین وسعت منطقه را در برگرفته است که حدود۸۹۸٦/۳۲ (٤۳/۸درصد) کیلومترمربع است. در این نقشه قسمت مرتع برای تغذیه مصنوعی مناسب تشخیص داده شده و بقیه کاربری‌ها حذف گردید.



نقشه(۴): پوشش گیاهی مرتع در شهرستان سبزوار

تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع‌بندی منابع در اصل شامل تقسیم عوامل محیطی به پارامترهای قابل فهم و سپس ترکیب آنها به نحوی که ارزیاب بتواند به توان و یا محدودیت منابع سرزمین برای کاربری مورد نظر پی ببرد.

برای تعیین محل‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی، پس از تهیه نقشه‌های (همباران، کاربری اراضی، شیب، بافت خاک). از قابلیت‌های نرم‌افزار(ARC GIS) همچون تابع منطقی(Anaist Analyst) و (3D Anaiyst) و محاسبات مکانی(Cell Statistics) و (Raster Calculator) به منظور ترکیب و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شده است. در نهایت به منظور نمایش مکان‌های مناسب و همچنین مقایسه دقیق‌تر نقشه‌ها، نقشه بدست آمده در سه دسته اهمیت (اولویت اول، دوم، سوم) به لحاظ قابلیت تغذیه مصنوعی طبقه‌بندی شده.

با توجه به اینکه مساحت شهرستان سبزوار حدود ۲۰۵۰۲ کیلومترمربع می‌باشد، با توجه به جدول شماره (۵) و نقشه شماره (۵) حدود ۳۲۷۹//۹٦ کیلومترمربع (۱٦درصد) از مساحت شهرستان مناسب برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره آب‌های زیرزمینی تشخیص داده شده است.

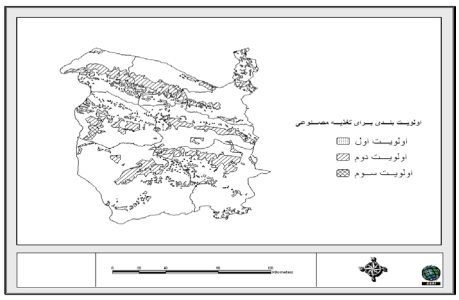
جدول(۵): توزیع مناطق مساعد برای طرح‌های تغذیه مصنوعی

گروه	درجه قابلیت	درصد پوشش منطقه	مساحت (km^2)
۱	اولویت اول	۲/۳	۴۷۱/۲۴
۲	اولویت دوم	۱۲/۷	۲۶۰۰/۲۸
۳	اولویت سوم	۱	۲۰۸/۴۴

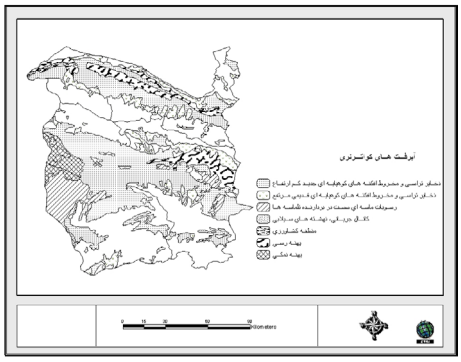
مکان‌یابی محل‌های مناسب برای پخش سیلاب

نهشته‌های کواترنری شهرستان سبزوار با گستردگی بیش از ۱۰۱۹۱ کیلومترمربع که در حدود ٤۹/۷ درصد مساحت شهرستان را شامل می‌شود،

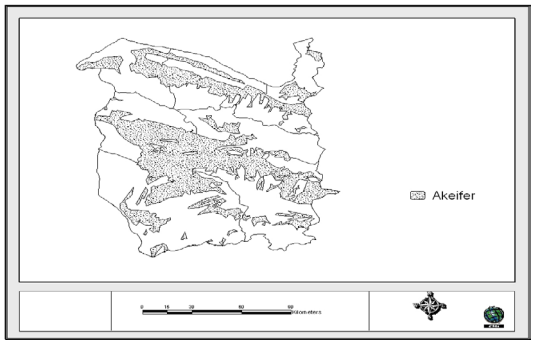
با مشخصه‌های متنوع، قابلیت‌هایی برای اهداف مختلف مورد نیاز زندگی بشری دارند. شناسایی این قابلیت‌ها در استفاده بهینه از آنها کمک مؤثری خواهد نمود. با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام شده و بر اساس نقشه پراکنش تهیه شده برای آبرفت‌های شهرستان سبزوار، مناطق و محل‌های دارای نهشته‌های آبرفتی کواترنری در سطح شهرستان از نظر هدف مورد بررسی در این پژوهش که مکان‌یابی سایت‌های مناسب برای اجرای طرح‌های آبخوانداری است، این نواحی عبارتند از دشت های سبزوار، دشت داورزن- فرومد و دشت جوین- سلطان آباد، که موقعیت قرارگیری آنها در نقشه شماره(٦) و موقعیت آبخوان موجود در آنها در نقشه شماره(٧) نشان داده شده است.



نقشه(٥): نقشه محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب‌های زیرزمینی



نقشه(٦): موقعیت قرارگیری آبرفت‌های کواترنری در سطح شهرستان سبزوار



نقشه(٧): موقعیت قرارگیری آبخوان‌های موجود در سطح شهرستان

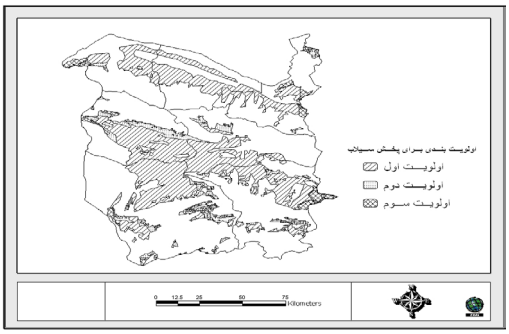
جهت مشخص کردن محل‌های مناسب برای پخش سیلاب حداقل نیازمند به دو لایه اطلاعاتی شامل شیب های مناسب و موقعیت آبخوان‌های موجود در سطح شهرستان می‌باشیم. که لایه موقعیت آبخوان‌ها مطابق اطلاعات موجود و بررسی‌های انجام گرفته در سطح شهرستان با کمک نقشه زمین شناسی این شهرستان تهیه گردید (نقشه شماره٧).

همچنین نقشه شیب مطابق با رده‌های شیب مناسب برای پخش سیلاب تهیه شده (نقشه شماره٢). پس از تهیه نقشه‌های مورد نیاز از قابلیت‌های نرم افزار(ARC GIS) همچون تابع منطقی (Anaist Analyst)و(3D Anaiyst) و محاسبات مکانی(Cell Statistics) و(Raster Calculator) به منظور ترکیب و همپوشانی نقشه‌ها استفاده شده است.

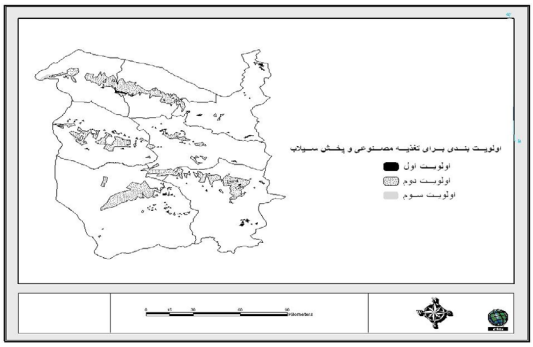
با توجه به جدول شماره(٦) و نقشه شماره(٦) حدود ٦٠١٧/٧٦ کیلومترمربع (٢٩/٤درصد) از مساحت شهرستان مناسب برای پروژه‌های پخش سیلاب مناسب می‌باشد.

جدول(٦): توزیع مناطق مساعد برای پروژه‌های پخش سیلاب

گروه	درجه قابلیت	درصد پوشش منطقه	مساحت (km^2)
١	اولویت اول	٢٣/٣	٤٧٧٦/٨٤
٢	اولویت دوم	٣/٩	٧٩٦/٦٨
٣	اولویت سوم	٢/٢	٤٤٤/٢٤



نقشه(٨): نقشه اولویت‌بندی محل‌های مناسب برای پخش سیلاب



نقشه(٩): نقشه اولویت‌بندی محل‌های مناسب برای تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و پخش سیلاب

در نهایت برای تعیین محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی و مناطق پخش سیلاب نقشه محل‌های مناسب تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب (نقشه شماره ۵ و ۸) با هم تلفیق شده و نقشه محل‌های مناسب مطابق نقشه شماره (۸) تهیه گردید.با استفاده از جدول شماره(۷) و نقشه شماره (۹) مشاهده می‌شود، که تنها ۱۵۹۱/۵٦ کیلومترمربع (۷/۷٦ درصد) از مساحت شهرستان سبزوار حایز اهمیت برای طرح‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب می‌باشد.

جدول(۷): توزیع مناطق مساعد برای تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب

گروه	درجه قابلیت	درصد پوشش منطقه	مساحت(km^2)
۱	اولویت اول	۰/۱۸	۳۶
۲	اولویت دوم	۷/۴۳	۱۵۲۲/۸
۳	اولویت سوم	۰/۱۶	۳۲/۷۶

نتیجه‌گیری

زیر بنای توسعه پایدار را پیشرفت و آبادی هر منطقه و منابع آبی تجدید شونده آن و نحوه بهره‌برداری از آن منابع تشکیل می‌دهند. منابع کیفیت‌های آبی تجدید شونده در هر منطقه شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی با کمیت و کیفیت‌های گوناگون بوده و نحوه بهره‌برداری انسان از آنها مستلزم دانش و آگاهی کامل نسبت به کمیت و کیفیت منابع آب دارد.

شرایط اقلیمی خشک حاکم بر شهرستان، کاهش و افت عمق آب‌های زیرزمینی منجر به ممنوعه اعلام شدن تقریباً تمامی دشت‌ها (سبزوار، داورزن....) در شهرستان سبزوار شده است.

دشت سبزوار را بحرانی‌ترین دشت منطقه کویر مرکزی و متوسط افت سطح آب زیرزمینی آن را ٤۰ سانتی‌متر ذکر کردند.*(عربخدری و کمالی،۱۳۷۵)*.

بطورکلی از کل مساحت شهرستان سبزوار که در حدود ۲۰۵۰۲ کیلومترمربع می‌باشد، فقط ۱۵۹۱/۵٦ کیلومترمربع (۷/۷٦ درصد) برای طرح‌های تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی و پخش سیلاب دارای شرایط فنی می‌باشد. بی‌شک ایجاد توازن و تعادل بین برداشت به شیوه‌های مختلف (چاه، چشمه و قنات) و تغذیه و تخلیه طبیعی توسط عوامل گوناگون همواره ضروری می‌نماید تا شرایط برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی موجود در محدوده مورد مطالعه فراهم شود.

منابع و مآخذ:

۱- آرونوف، استان(۱۳۷۵)، ترجمه مدیریت سیستم اطلاعات جغرافیایی «سیستم اطلاعات جغرافیایی» انتشارات سازمان نقشه‌برداری، تهران، ۱۹۳ صفحه.

۲-بیز.ژان، بورگه.لوسین، لوموان.ژاگ(۱۳٦۹)، ترجمه جلال حیدرپور «تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی» مرکز نشر دانشگاهی، تهران،۲۲۵ صفحه.

۳-سرزعیم، محمد صادق(۱۳۷٤)، «مطالعه و ارزیابی طرح‌های تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی ایران» پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

٤-سر زعیم. محمد صادق، میراب زاده اردکانی.مهدی(۱۳۷٤)، «نقش طرح‌های تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در توسعه پایدار منابع آب» مجموعه مقالات کنفراس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، اصفهان.

۵-عربخدری.محمد،کمالی.کوروش(۱۳۷۵)، «تأمین رطوبت خاک و تغذیه آبخوان‌ها با استفاده از بند سار» مجموعه مقالات سمینار سبزوار و توانمندی‌های توسعه،انتشارات دانشگاه تربیت معلم سبزوار، سبزوار.۳۷۲صفحه.

٦- علیزاده، امین (۱۳۸۳)، «اصول هیدرولوژی کاربردی» انتشارات دانشگاه امام رضا،چاپ هفدهم،۸۱۵ صفحه.

۷-فضل اولی، رامین(۱۳۷۷)، «بررسی اثرات پخش سیلاب در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی دشت موسیان با استفاده از مدل سه بعدی» پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، تهران.

۸-کاظمی نجف آبادی، مهدی(۱۳۸۳)، «امکان‌سنجی کشت زیتون در استان اصفهان با استفاده از GIS» پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

۹-کوثر،آهنگ(۱۳٦٤)، «کاربرد روش های گسترش سیلاب در تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها» (قسمت اول)، مجله زیتون.

۱۰-گریگ. دیوید(۱۳۸۲)، ترجمه علیرضا کوچکی، سیاوش دهقانیان، علی کلاهی اهری «مقدمه‌ای بر جغرافیای کشاورزی»، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۸۹ صفحه.

۱۱-نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰/۰۰۰ سازمان جغرافیای نیروهای مسلح.

۱۲-نقشه زمین‌شناسی ۱/۵۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور.

۱۳-ولایتی، سعدالله(۱۳۷۵)، «توسعه و بحران آب در شهرستان سبزوار» مجموعه مقالات سمینار سبزوار و توانمندی‌های توسعه،انتشارات دانشگاه تربیت معلم سبزوار، سبزوار،۳۷۲ صفحه.

۱٤-ویست، راجر(۱۳٦۹)، «شناخت آب‌های زیرزمینی (ژئوهیدرولوژی)» ترجمه هرمز پازوش، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران،چاپ دوم.۲۲۳ صفحه.

15- Asano,T.,(1985),Artificial recharge of ground water, Boston Massachusetts,Butter worth publishers,3-19

16- Barksdale,H.C.D.De Buchananne,(1964),Artificial recharge of productive ground- water Aquifers in new jevsey,Economic Geology,vol.41,No,726-737.

17-Clark,W.J.,Warren.H,Mark,(1997),Water supply and pollution control third.Harpper and row publish inc.New york,857P.

18-French,N,H,Ijaz Hassain,(1964),Water spreading manual range management record,west Pakistan range improvement sc heme,Labur,Pakistan,No,1,44P.

19- Geography Information system, Aquifer,Sabzevar.

20-Hubbell,D.C.,L.Cardner,(1994),some Edaphic and cological Effects of water spreading on range lands ecology.25,27-44.

21- Locating suitable sites of and Artificial Recharge resources Ground water and flood- water distribution regions with use from information system Geography (GIS) (case study of township sabzevar)

22-Newman,J.C.,(1963),water spreading on marginal Arable areas,J.siol cons.N.S.W.19,49-58.

23-Walton,C.W,(1970), Ground water resource evaluation, Mc-Graw hill,inc.,kogakusha,664p.